

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02107746
PUBLICATION DATE : 19-04-90

APPLICATION DATE : 15-10-88
APPLICATION NUMBER : 63258385

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : TAKADA TSUKASA;

INT.CL. : C22C 38/24 C22C 38/00

TITLE : SPRING STEEL HAVING HIGH FATIGUE STRENGTH

ABSTRACT : PURPOSE: To improve fatigue strength and to heighten the design stress of a spring by regulating the index and size of nonviscous inclusions to optimum ranges, respectively, in a rolled steel wire having a specific composition.

CONSTITUTION: A steel having a composition consisting of, by weight, 0.55-0.70% C, 1.00-2.50% Si, 0.50-1.50% Mn, 0.50-2.50% Cr, 0.10-0.90% Mo, 0.05-0.50% V, and the balance essentially Fe is rolled into a wire rod. In a process for manufacturing a spring by using the above steel wire rod, appropriate treatments, such as surface soft nitriding, shot peening, and scragging, are applied to the steel wire rod. By the above treatments, the nonviscous inclusion index of contained nonviscous inclusions having a length(l)-to-width(d) ratio(l/d) of 55 is regulated to ≤ 10 in the L-section of the wire rod. Further, the size of the largest inclusion among the nonviscous inclusions is regulated to $\leq 15\mu$. By this method, a spring steel excellent in fatigue strength and capable of being used for automobile suspension, etc., can be provided.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報 (A) 平2-107746

⑬ Int. Cl.³C 22 C 38/24
38/00

識別記号

3 0 1 Z

序内整理番号

7047-4K
7047-4K

⑭ 公開 平成2年(1990)4月19日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑮ 発明の名称 高疲労強度ばね鋼

⑯ 特 願 昭63-258385

⑰ 出 願 昭63(1988)10月15日

⑱ 発明者 子安 善郎 北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式会社室蘭製鐵所内

⑲ 発明者 高田 司 北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式会社室蘭製鐵所内

⑳ 出願人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉑ 代理人 弁理士 三浦 祐治

明細書

1. 発明の名称

高疲労強度ばね鋼

2. 特許請求の範囲

(1) 重量%

C : 0.55~0.70%, Si : 1.00~2.50%,
 Mn : 0.50~1.50%, Cr : 0.50~2.50%,
 Mo : 0.10~0.80%, V : 0.05~0.50%

を含有し、残部は実質的に Fe からなる圧延線材において、長さと巾 d の比 (l/d) が 5以下の非粘性介在物の非粘性介在物相数が 10以下であり、かつ該非粘性介在物中最大の介在物大きさが 15 μm 以下であること。を特徴とする、高疲労強度ばね鋼。

(2) 非粘性介在物が、SiO₂ : 20~60%, Al₂O₃ : 20%以下、CaO : 30%以下、MgO : 30%以下の組成の非粘性介在物である請求項(1)に記載の高疲労強度ばね鋼。

3. 発明の詳細な説明

【技術上の利用分野】

本発明は自動車の懸架用のばね、あるいはエンジンの弁ばね等に用いられる疲労強度の優れたばね鋼に関するものである。

【従来の技術】

自動車エンジンの高出力化、車体の軽量化のため、エンジン弁ばねの高応力化、懸架ばねの高応力化のニーズが高めて高く、これに対応するための高強度ばね鋼が強く求められている。

従来エンジンの弁ばねに使用されるばね鋼としては、いわゆるオイルテンパー鋼が一般的であり、日本工業規格では JIS G3561, G3565, G3566 等に規定されている。

ところで最近の高強度化の要求は厳しいものがあり、これら JIS 等で規定される鋼では要求を満たすことが難しくなり、さらに合金元素量を増したばね鋼が提案されている。(例えば特開昭59-177352, 特開昭62-107044, 特開昭62-177152)

これらのはね鋼は連続炉による投入、焼却処理によりオイルテンパー鋼に加工後、冷間ではねに成

型される。高い疲労強度が必要な場合、更に熱空化処理、ショットピーニング等により表面を硬化して使用されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしこれらの鋼によつても、益々厳しくなる高応力化の要求を満たすことは出来なかつたのが実状であった。

〔課題を解決するための手段〕

本発明者は、さらにに高疲労強度が持られるばね鋼の成分について詳細な実験を行い、化学成分を最適な配分とすると共に、鋼中の介在物の組成を最適な範囲に調整することにより、極めて疲労強度の高いねが切られるばね鋼を発明した。

すなわち本発明は

重量%で

C : 0.55~0.70%, Si : 1.00~2.50%,
Mn : 0.50~1.50%, Cr : 0.50~2.50%,
Mo : 0.10~0.90%, V : 0.05~0.50%

を含有し、残部は実質的に Fe からなる圧延材において、以下の非金属介在物の条件を満足する

の成分系を見出した。

更に次のような実験を行つた。

第1図は引張強さ 230 kg/mm² の強度を有するオイルテンバー級について中村式回転曲げ疲労試験を行い、5000万回疲労強度と非粘性介在物指数の関係を示す図である。非粘性介在物指数は、圧延材のし断面において、益さと巾との比が (s/d) で、5 の介在物について、日本ばね工業会「ばね用鋼材における非金属介在物の照査試験方法(昭和63年1月10日)」によって測定したものである。図中、疲労強度比は、(疲労限/引張強さ)である。

この図から非粘性介在物指数を 10 以下とすることにより、疲労強度が向上することが判る。

第2図は、5000万回疲労寿命付近の試験応力で試験し、軽断に至った試験片の破壊起点を観察し、疲労起点が介在物であった場合その介在物の大きさで疲労寿命を層別して示した図である。介在物の大きさは上記の非金属介在物の照査試験方法で介在物の大きさを測定する方法に従つて測定し

ことを約西とする高強度ばね鋼であり。

① 圧延材のし断面において、含有する益さと巾との比 (s/d) が 5 以下の非粘性介在物の非粘性介在物指数が 10 以下であること。

② 上記非粘性介在物中の最大の介在物の大きさが 15 μ 以下であること。

また該非金属介在物が、SiO₂ : 20~60%, Al₂O₃ : 20% 以下, CaO : 30% 以下, MgO : 30% 以下の組成の非金属介在物である。高強度ばね鋼である。

ばねの疲労寿命を向上せしめるためには、熱処理後の鋼材が高強度で且つ脆性に富むものとなるように化学成分を調節し、また疲労破壊の起点となる硬質の非金属介在物を少なくするとともに、ばね酸洗工程において、表面軟化化、ショットピーニング、セッティング等の適切な表面処理、表面改善、表面残留応力のコントロールが重要である。特に材料的には、上記の内の前二つが肝要である。

本発明者らは、ばね鋼の成分について、強度、剛性、更に冷間での成型性の観点から研究し上記

た。第2図から介在物の大きさを 15 μ 以下にすることにより疲労寿命が極めて高くなることが判る。すなわち疲労破壊の起点となる非粘性介在物の最大の大きさを 15 μ 以下にすることが重要である。

本発明者等は、更にこれらの非金属介在物を分析した結果、介在物の組成が SiO₂ : 20~60%, Al₂O₃ : 20% 以下, CaO : 30% 以下, MgO : 30% 以下となっている場合に、非粘性介在物指数が 10 以下となり且つ、大きさは 15 μ 以下となることを見出した。

〔作用〕

以下に本発明の構成要件の既定理由について説明する。

C はオイルテンバー(焼入・焼戻)によりばねとして必要な強度を有するための元素であり、0.55%未満では強度が得られず、一方 0.70% を越すと塑性、延性の低下が著しく冷間でのばね成形が困難となるので避けなければならない。

Si はフェライト地に固溶し強度を上げ耐へた

り性を確保するため必要で、1.00%以上必要であるが、2.50%を越すと塑性の低下をもたらすと共に、製造時の脱炭が著しくなるので避けなければならない。

Mnは焼入性を高め、熱処理後の強度と韧性を確保するための元素で、0.50%以上必要である。1.50%を越した場合韧性が損われる所以避けなければならない。

CrはMnと同じように焼入性を高め、ばね強塑性を高めるための元素で、0.50%以上必要である。2.50%を越えるとへたり性を劣化せしめる所以避けなければならない。

Moは無処理により鋭敏な炭化物を折出し強度、へたり性を向上せしめる元素で、そのため0.10%以上必要である。0.90%を越えてもそれ以上の効果が得られないため請求の範囲から除いた。

Vは結晶粒の複雑化、および析出硬化による強度の向上、へたり性の改善する元素でそのため0.05%以上必要であり、0.50%を越えて添加してもそれ以上の効果が得られないため、請求の範囲

から除いた。

次に本発明では介在物の形態、量あるいは更に組成を規定している。これは上述のように鋼の成分を規定し、熱処理により高強度化した場合に、疲労破壊の起点となる現実の介在物を少なくすることにより疲労特性を向上せしめるための技術であり、本発明のポイントの一つである。

非粘性介在物指数が10を越えた場合、および非粘性介在物中の最大の介在物の大きさが15μを越えた場合、疲労特性が低下するので避けなければならない。

このような介在物の形態を持つ介在物の組成としては、SiO₂が20~60%を含んでいることが必要である。20%未満では鋼中の酸化物が増加し、又60%を越えた場合硬度なSiO₂が多過ぎて疲労強度が低下する。

Al₂O₃については20%を越えると現実の介在物の量が増すので避けなければならない。

CaOの含有量が30%を越えると現実の介在物となるので適正な範囲は30%以下である。

Moについて30%を越えると現実なMo系介在物となるのでその範囲を30%以下とした。

【実施例】

以下に実施例を挙げてさらに詳細に説明する。第1表に示した化学成分を有する鋼を、270°C酸炉、吹き溜精錬、連続鍛造法により溶解、鍛造後、直径8mmの鋼材に圧延した。

この鋼材を通常の方法でオイルテンパー線に加工後、冷間でばねに成型、低温焼純、変化、ショットビーニング、セッティング等を経て自動車用の井ばねに加工した。ばね硬さとしては、最終の硬さでHRC56となるように調整した。第2表にはこのばねの諸元を示した。

第2表

表面粗さ(μm)	3.4
コイル平均径(mm)	20.0
端滑歯(巻)	8.0
有効巻数(巻)	6.0
ばね定数(kgf/mm)	2.78

このばねについて、平均応力70kg/mm²、応力

試験番号	鉄合金介在物										日本ばね工業会規格試験結果
	C	Si	Al	Cr	Mo	P	S	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	
A-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.47	0.21	0.11	0
A-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.20	0.31	0.24	0
B-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.37	0.27	0.9
B-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
C-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
C-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
D-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
D-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
E-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
E-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
F-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
F-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
G-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
G-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
H-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
H-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
I-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
I-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
J-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
J-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
K-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
K-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
L-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
L-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
M-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
M-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
N-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
N-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
O-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
O-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
P-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
P-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
Q-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
Q-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
R-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
R-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
S-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
S-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
T-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
T-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
U-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
U-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
V-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
V-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
W-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
W-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
X-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
X-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
Y-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
Y-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
Z-1	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
Z-2	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
A-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
A-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
B-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
B-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
C-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
C-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
D-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
D-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
E-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
E-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
F-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
F-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
G-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
G-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
H-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
H-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
I-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
I-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
J-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
J-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
K-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
K-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
L-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
L-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
M-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
M-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
N-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
N-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
O-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
O-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
P-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
P-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
Q-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
Q-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
R-3	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
R-4	0.56	1.70	0.30	0.013	0.007	0.004	0.004	1.50	0.35	0.25	1.1
S-3	0.56	1.									

面積 50kg/mm^2 程度試験をした結果、第1表中のA-1～A-3までの本発明によればねは、5000万回を越えても折損することがなかったが、比較例のB-1～B-2によるばねは全て折損した。

【発明の効果】

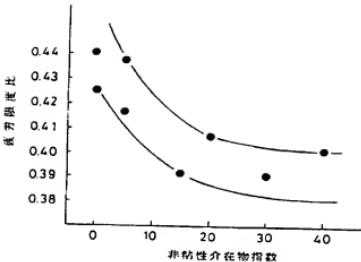
以上詳しく述べた如く、本発明はばねの疲労寿命の向上に成功したもので、疲労強度が向上した結果、ばねの設計応力を高くとることができ、ばねの軽量化、体積の低減等を通じて、自動車の性能向上を図ることが可能となった。

4. 図面の簡単な説明

第1図は引張強さ 230kg/mm^2 の強度を有するオイルテンパー線についての疲労強度と非粘性介在物指数の関係を示す図。

第2図は5000万回疲労寿命付近の試験応力で試験し、破断に至った介在物の大きさで疲労寿命を別別して示した図である。

第1図



特許出願人 新日本製鐵株式会社
代理人 三浦祐治

第2図

